

ВЛИЯНИЕ ИМПУЛЬСНОГО РЕЖИМА ДУГОВОЙ СВАРКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ

Мичуров Н.С.

Руководитель - доцент, д.т.н. Пугачева Н.Б.

ИМАШ УрО РАН, г. Екатеринбург,

n.michurov@gmail.com

В условиях освоения минерально-сырьевых ресурсов регионов холодного климата с резкими сезонными и суточными перепадами температур, длительным периодом низких отрицательных температур, до -60°C , эксплуатация возводимых сооружений и техники происходит в условиях повышенного техногенного риска, а также проблем безопасности. К оборудованию, предназначенному для эксплуатации в данных условиях, предъявляют специфические требования, которые не позволяют применять в полном объеме решения, разрабатываемые как в России, так и во всем мире. В полной мере это относится к материалам и методам их испытаний в условиях низких климатических температур, диагностики накопления повреждений и выработки ресурса конструкций и машин.

Результаты анализа отказов техники и конструкций, эксплуатирующихся в условиях Севера, показывают, что зарождение разрушений чаще всего возникает в зонах сварных соединений. Все положения теории прочности и долговечности остаются справедливыми в отношении сварных соединений. Вместе с тем последним свойственны специфические особенности, без учета которых нельзя создать надежную конструкцию. При определенных условиях те или иные особенности сварки могут проявить свое влияние и снизить несущую способность изделия.

Целью настоящей работы является исследование влияния импульсного режима сварки на качество сварных соединений сплава АМгб. Для исследований было предоставлено 3 образца из листов алюминиевого сплава АМгб толщиной 2 мм, содержащих сварное соединение. Образцы отличались технологией сварки (табл.1).

Таблица 1 – Основные обозначения

№ обр.	Режим сварки
1	Стационарная дуговая сварка
2	Импульсная дуговая сварка
3	Импульсный каплеперенос с модуляцией

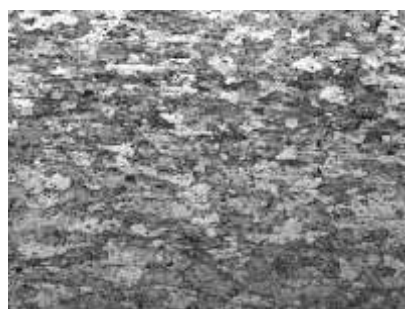
Определение величины зерна было проведено металлографическим методом по ГОСТ 21073.1-75 «Металлы цветные. Определение величины зерна методом сравнения со шкалой микроструктур» на оптическом микроскопе Neophot 21.

Измерение микротвердости проводили на микротвердомере Leica VMHT AUT методом Виккерса по ГОСТ 9450-76 «Измерение микротвердости вдавливанием алмазных наконечников» в зоне сварного шва по $\frac{1}{2}$ его высоты при нагрузке 50 гс и выдержке 15 с.

Определение модуля Юнга и работы пластической деформации проводили методом кинетического микроиндентирования. Исследование проводилось с использованием системы для измерения микротвердости FISCHERSCOPE HM2000 XYm при нагрузке 100 мН и выдержке 15 с.

Анализ напряжений в неразъёмных сварных соединениях проводили на рентгеновском дифрактометре Shimadzu XRD-7000 в монохроматизированном K_{α} -излучении хромового анода. Для анализа использовали рефлексы (311) от Al (двойной угол дифракции около 140°).

Результат металлографического анализа микроструктуры зон сварного шва (ЗСШ – зона сварного шва, ЗТВ – зона термического влияния) и основного сплава представлен в таблице 2. Пример структуры основы приведен на рисунке 1.



— 200 мкм

Рисунок 1 – Микроструктура основы АМг6

Таблица 2 – Размер и балл зерна по ГОСТ 21073.1-75

№ _{обр}	Основа		ЗТВ		ЗСШ	
	Балл	d, мм	Балл	d, мм	Балл	d, мм
1	4	0,088	5–6	0,044–0,062	7	0,031
2	4	0,088	5–6	0,044–0,062	7	0,031
3	4	0,088	5	0,062	6	0,044

Для сравнения режимов сваривания для каждого исследуемого образца был проведен расчет отношения средних значений твердости ЗТВ и ЗСШ к средней твердости основы (табл. 3). На основе полученных данных можно заключить, что образцу № 3 соответствуют наименьшие отношения твердости, а образцу № 1 – наибольшие, т.е. применение

импульсных режимов дуговой сварки способствует большей однородности соединения, особенно в случае импульсного каплепереноса

Таблица 3 – Отношение твердости ЗТВ и ЗСШ относительно твердости основы

№ _{обр}	Отношение	
	ЗТВ	ЗСШ
1	1,42	1,44
2	1,20	1,19
3	1,09	1,02

Исходя результатов определения модуля Юнга и работы пластической деформации методом кинетического микроиндентирования, можно заключить, что сварное соединение образца № 1 наиболее, а № 2 и № 3 – наименее пластичны (табл. 4), при этом значения модуля нормальной упругости максимальны в случае импульсного каплепереноса с модуляцией.

Таблица 4 – Распределение значений модуля Юнга и работы пластической деформации по сварному шву

№ _{обр}	Е, ГПа			А _{пл} , мкДж		
	min	max	ср.	min	max	ср.
1	83,41	94,60	90,88	0,051	0,056	0,054
2	82,74	99,11	89,70	0,046	0,059	0,051
3	82,66	94,31	91,36	0,043	0,056	0,051

Таблица 5 – Величины микроискажений кристаллической решетки и микронапряжений в неразъемных соединениях алюминиевого сплава АМгб

№ _{усл}	АМгб	
	МКР, %	σ, МПа
1	0,11	29
2	0,17	45
3	0,16	42

По результатам анализа остаточных напряжений можно сделать вывод, что наименьший уровень остаточных напряжений в сварных соединениях алюминиевого сплава АМгб наблюдается после сварки в стационарном режиме. При импульсной сварке по обоим использованным режимам остаточные напряжения примерно в полтора раза выше (табл. 5).

Проведенные исследования показали, что наиболее пластичный шов на сплаве АМгб, полученный в стационарном режиме, имеет наименьшие остаточные напряжения, более мелкое зерно по сравнению с импульсными режимами, но их применение способствует повышению однородности всех зон соединения.